



LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

Abstract einer Präsentation auf der 50. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Physik, 18. – 21. September 2019, Stuttgart. Erschienen in: Christian Gromoll und Nils Wegner (eds.), *50. Jahrestagung Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik - Abstractband*. Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik, Stuttgart. ISBN 978-3-948023-08-9

Entwicklung und Herstellung mikrostrukturierter Gasdetektoren für ein präklinisches Protonenbestrahlungssystem

J. Bortfeldt^{1,2}, P. Lämmer¹, S. Meyer¹, M. Würfl¹, M. Hillbrand³, R. Hertzenberger⁴, J. Gordon⁵ und K. Parodi¹

¹ Ludwig-Maximilians-Universität München, Lehrstuhl für Medizinische Physik, München, Deutschland

² European Organization for Nuclear Research (CERN), Genf, Schweiz

³ Rinecker Proton Therapy Center, München, Deutschland

⁴ Ludwig-Maximilians-Universität München, Lehrstuhl für Elementarteilchenphysik, München, Deutschland

⁵ Pyramid Technical Consultants Europe, Ltd., Henfield, Vereinigtes Königreich

Einleitung

An unserem Institut wird ein transportables System zur präzisen präklinischen Bestrahlung von Kleintieren mit Protonenstrahlen in klinischen Einrichtungen entwickelt. Es besteht aus einer Strahlführung zur Präparation eines für Kleintierbestrahlung geeigneten Strahls, einer Kleintierhalterung mit Translations- und Rotationsmöglichkeit sowie diversen Systemen zur Bildgebung und Strahlagekontrolle. Als Strahlmonitor, zur prätherapeutischen Qualitätssicherung (QS) sowie zur Instrumentierung eines Protonen Computertomographie-Systems (pCT) entwickeln und bauen wir verschiedene gasbasierte Detektoren.

Material & Methoden

Wir entwickeln eine Ionisationskammer mit strukturierter Kathodenauslese, an die, wegen der niedrigen Strahlenergie von deutlich unter 70MeV und des kleinen Strahldurchmessers von deutlich unter 1mm, besondere Anforderungen gestellt werden. Die Elektroden bestehen aus 40nm Aluminiumschichten auf 10µm Polyimid- beziehungsweise 2µm BO-PET-Folien und werden photolithographisch strukturiert. Ebenfalls entwickeln wir ein QS-System aus mehreren unsegmentierten Ionisationskammern mit derselben Technologie um die Tiefen-Dosis-Kurve bis zu niedrigsten Energien präzise messen zu können, sowie eine Ionisationskammer mit Pixelauslesestruktur.

Für ein Einzelteilchen pCT-System entwickeln wir dünne Micromesh-Gasdetektoren (Micromegas) mit Aluminiumstreifenauslesestruktur als Spurdetektoren sowie eine Zeitprojektionskammer (TPC) mit integrierten Polyimid-Absorbern als Reichweitenteleskop.

Ergebnisse

Wir sind in der Lage photolithographisch feinste Aluminium- und Kupferauslesestrukturen zu produzieren. Eine Strahlmonitor-Ionisationskammer mit 2x64 Streifen sowie zwei Dosisebenen und einer aktiven Fläche von 64x64mm² wurde mit 22MeV Protonen an einem Tandembeschleuniger getestet. Strahlstrommessgenauigkeit von unter 1% sowie eine Ortsauflösung von einigen 10µm wurden erreicht. Der Prototyp einer TPC mit integrierten Absorbern mit und ohne feldformende Struktur wurde gebaut und in 22MeV sowie 70MeV Protonenstrahlen am Tandembeschleuniger sowie an einer klinischen Protonentherapieanlage erfolgreich charakterisiert. Eine effiziente Detektion der zwischen den feldformenden Absorbern erzeugten Ladung bis zu hohen Teilchenraten ist möglich. Das QS-System wird zurzeit konstruiert.

Zusammenfassung

Wir berichten über die Technologientwicklung, die Konstruktion und das Verhalten von Ionisations-, Micromegas-, und Zeitprojektionsdetektoren, die als Strahlmonitor, als QS-System sowie als pCT-System für eine präklinische Kleintierbestrahlungsplattform entwickelt und gebaut werden.

Unterstützt durch ERC Förderung 725539.

Anhang 1

Strahlmonitor-IC mit 64mm x 64mm aktiver Fläche

